

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : 2 808 086  
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)  
(21) N° d'enregistrement national : 00 05033

(51) Int Cl<sup>7</sup> : G 01 F 23/22, F 17 C 13/02

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 19.04.00.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME  
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCE-  
DES GEORGES CLAUDE — FR.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 26.10.01 Bulletin 01/43.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(72) Inventeur(s) : BOREL CHARLES.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) :

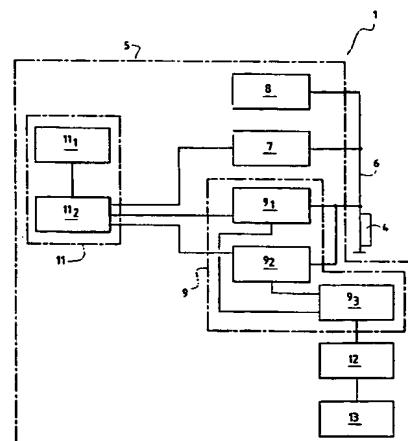
(54) PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR DÉTERMINER LE NIVEAU D'UN LIQUIDE A L'AIDE D'UN CAPTEUR RÉSISTIF.

(57) - Le dispositif pour déterminer le niveau d'un liquide comporte :

- au moins un capteur résistif (4),
- et un système de mesure (5) comportant :
- des moyens (7) d'alimentation du capteur (4) par un courant de chauffage assurant l'élévation de la température dudit capteur,
- des moyens (9) de mesure de la variation de la tension aux bornes du capteur, due au refroidissement dudit capteur,

- des moyens de contrôle permettant de commander les moyens (7) pour alimenter le capteur par un courant de chauffage, pendant une phase de chauffage, et les moyens (9) pour mesurer la variation de tension, pendant une phase de mesure consécutive à la phase de chauffage,
- et des moyens de comparaison (12) permettant de comparer la variation de la tension mesurée avec au moins une variation de référence de tension en vue de déterminer le niveau du liquide.

Application notamment au stockage et transport d'hydrogène ou hélium liquide.



FR 2 808 086 - A1



La présente invention concerne le domaine technique de la mesure d'un niveau de liquide au sens général et elle vise plus précisément la mesure du niveau d'un liquide notamment à caractère froid en particulier cryogénique.

Dans l'état de la technique, il est connu de déterminer le niveau d'un liquide par l'intermédiaire d'un dispositif comportant notamment un capteur résistif relié à un conditionneur traduisant sous la forme d'un signal électrique les variations d'impédance du capteur. Classiquement, un tel capteur est monté à un niveau déterminé à l'intérieur du contenant du liquide pour être en contact avec le liquide lorsque ce dernier atteint le niveau déterminé. Le capteur résistif est placé dans un pont résistif dont le déséquilibre intervient lorsque le capteur est en contact avec le liquide.

Un tel dispositif présente un inconvénient majeur dans la mesure où le capteur résistif doit présenter une valeur déterminée de résistance. Or, les capteurs résistifs présentent des grandes dispersions de valeur de résistance, notamment à la température de 4 K, ce qui impose de trier les capteurs. De plus, l'évolution de la fabrication des capteurs déplace la valeur de fonctionnement pour la température de 4 K, en dehors de la plage de fonctionnement, ce qui nécessite de réaliser de nouveaux conditionneurs. Enfin, la longueur des fils de raccordement entre le capteur et le conditionneur associé, influence le fonctionnement de ce dernier.

L'objet de l'invention vise donc à remédier aux inconvénients énoncés ci-dessus en proposant une technique pour déterminer le niveau d'un liquide notamment cryogénique en mettant en oeuvre un capteur résistif dont les dispersions de valeur n'influencent pas les mesures et susceptible d'être interchangeable avec les conditionneurs associés dont le fonctionnement n'est pas modifié par la longueur des fils de raccordement.

L'objet de l'invention vise donc à proposer un procédé pour déterminer le niveau d'un liquide froid maintenu dans un contenant, caractérisé en ce qu'il consiste :

- à monter fixement à l'intérieur du contenant au moins un capteur résistif,
- pendant une phase de chauffage, à alimenter le capteur résistif afin d'assurer l'élévation de sa température,

- pendant une phase de mesure consécutive à la phase de chauffage, à mesurer la variation de la tension aux bornes du capteur résistif, due au refroidissement dudit capteur,
- et à comparer la variation de la tension mesurée avec au moins une variation de référence de tension en vue de déterminer le niveau du liquide.

5 Un autre objectif de l'invention est d'offrir un dispositif pour déterminer le niveau d'un liquide froid maintenu dans un contenant, caractérisé en ce qu'il comporte :

- 10 • au moins un capteur résistif destiné à être monté dans le contenant,
- et un système de mesure comportant :
  - des moyens d'alimentation du capteur par un courant de chauffage assurant l'élévation de la température dudit capteur,
  - des moyens d'alimentation du capteur par un courant de mesure de valeur inférieure au courant de chauffage,
  - des moyens de mesure de la variation de la tension aux bornes du capteur, due au refroidissement dudit capteur,
  - des moyens de contrôle permettant de commander :
    - les moyens pour alimenter le capteur par un courant de chauffage, pendant une phase de chauffage,
    - les moyens pour mesurer la variation de tension, pendant une phase de mesure consécutive à la phase de chauffage,
  - et des moyens de comparaison permettant de comparer la variation de la tension mesurée avec au moins une variation de référence de tension en vue de déterminer le niveau du liquide.

20 25 Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation de l'objet de l'invention.

30 La Fig. 1 est une vue schématique montrant un exemple d'application du dispositif de mesure conforme à l'invention.

La Fig. 2 est un schéma bloc fonctionnel décrivant le dispositif de mesure conforme à l'invention.

La Fig. 3 est une vue schématique d'un autre exemple d'application de l'objet de l'invention.

Tel que cela apparaît plus précisément à la Fig. 1, l'objet de l'invention concerne un dispositif 1 adapté pour déterminer le niveau d'un liquide 2 maintenu dans un contenant 3 au sens général. Le liquide 2 présente un caractère froid notamment cryogénique et peut être constitué par exemple par de l'hélium liquide ou de l'hydrogène liquide. Le dispositif 1 comporte au moins un capteur 4 monté à l'intérieur du contenant 3 afin d'être contact avec le liquide lorsque ce dernier atteint le niveau auquel le capteur 4 est placé. Le capteur 4 est relié à un système 5 de mesure par l'intermédiaire d'une liaison électrique 6. Dans l'exemple illustré à la Fig. 1, le contenant 3 est équipé de deux capteurs 4 montés pour détecter les niveaux bas et haut du liquide 2 à l'intérieur du contenant 3.

Tel que cela apparaît plus précisément à la Fig. 2, le dispositif 1 comporte au moins un capteur 4 du type résistif. Un tel capteur 4 peut être réalisé par exemple par l'intermédiaire d'une résistance carbone agglomérée du type "Hallen Bradley". Bien entendu, il peut être envisagé d'utiliser d'autres types de capteur résistif. Le capteur 4 est relié par la liaison 6 au système de mesure 5 qui comporte des moyens 7 assurant l'alimentation électrique du capteur 4 par l'intermédiaire d'un courant de chauffage permettant l'élévation de la température du capteur 4. Il est à noter que l'élévation de la température du capteur résistif 4 conduit à une diminution de la valeur de sa résistance. Le système de mesure 5 comporte aussi des moyens 8 assurant l'alimentation électrique du capteur 4 par un courant de mesure de valeur inférieur au courant de chauffage.

Le système de mesure 5 comporte également des moyens 9 assurant la mesure de la variation de la tension apparaissant aux bornes du capteur 4. En effet, un refroidissement du capteur 4 conduit à une augmentation de la valeur de sa résistance, pouvant être détectée par la mesure de la différence de tension apparaissant à ses bornes. Par exemple, les moyens de mesure 9 peuvent être constitués par un circuit 9<sub>1</sub> permettant d'effectuer une mesure de tension à un instant donné notamment initial et par un circuit 9<sub>2</sub> assurant une mesure de tension à un instant différent ou final. Ces

circuits de mesure 9<sub>1</sub>, 9<sub>2</sub> sont reliés en sortie à un circuit différentiateur 9<sub>3</sub> donnant la différence de tension aux bornes du capteur 4, entre les deux instants de mesure.

Le système de mesure 5 comporte également des moyens de contrôle 11 constitués par exemple, par une horloge 11<sub>1</sub> associée à un circuit base de temps 11<sub>2</sub>.

5 Ces moyens de contrôle 11 sont reliés aux moyens 7 délivrant le courant de chauffage et aux moyens de mesure 9. Ces moyens de contrôle 11 permettent de commander, d'une part, les moyens 7 pour alimenter le capteur 4 par un courant de chauffage pendant une phase chauffage, et d'autre part, les moyens 9 pour mesurer l'évolution ou la variation de la tension pendant une phase de mesure consécutive à la phase de 10 chauffage.

Le système de mesure 5 comporte des moyens de comparaison 12 reliés à la sortie des moyens de mesure 9, à savoir le circuit différentiateur 9<sub>3</sub> dans l'exemple illustré. Les moyens de comparaison 12 permettent de comparer la variation de la tension mesurée avec au moins une variation de référence de tension en vue de 15 déterminer le niveau du liquide.

Le système de mesure 5 comporte des moyens d'indication 13 de tous types connus en soi par exemple d'affichage ou d'avertissement lumineux ou sonore. Ces moyens d'indication 13 sont reliés aux moyens de comparaison 12 et permettent d'indiquer le niveau du liquide.

20 Le fonctionnement du dispositif 1 selon l'invention découle directement de la description qui précède.

Le fonctionnement du dispositif 1 selon l'invention se décompose essentiellement en une phase de chauffage suivie par une phase de mesure. Pendant la phase de chauffage, les moyens de contrôle 11 permettent que les moyens 7 assurent 25 l'alimentation du capteur 4 par un courant de chauffage par exemple de 10 mA, en vue d'assurer l'élévation de la température du capteur 4. Cette élévation de la température du capteur 4 conduit à une diminution de la valeur de sa résistance.

Cette phase de chauffage d'une durée de 40 ms par exemple, est suivie par 30 une phase de mesure d'une durée de 40 ms par exemple. Au cours de cette phase de mesure, les moyens de contrôle 11 pilotent les moyens 9 pour mesurer la variation de la tension aux bornes du capteur résistif 4, due au refroidissement dudit capteur 4. Au moins pendant cette phase de mesure, les moyens 8 assurent l'alimentation du

capteur 4 par un courant de mesure par exemple de l'ordre de 1mA. Les moyens de mesure 9 procèdent à des mesures de la tension aux bornes du capteur résistif 4, par exemple, au début et à la fin de la phase de mesure.

La variation de la tension mesurée donne une image de l'augmentation de 5 la résistance du capteur 4, consécutive au refroidissement du capteur 4 entre le début et la fin de cette phase de mesure. Il apparaît ainsi une différence de tension qui est caractéristique de l'environnement dans lequel est placé le capteur 4. Ainsi dans le cas d'un liquide cryogénique, la différence de tension mesurée pour le capteur 4 placé dans la phase gazeuse du liquide est nettement distincte de la différence de tension 10 mesurée pour le capteur 4 placé dans le liquide.

Par exemple, pour de l'hélium liquide, il apparaît entre le capteur 4 situé dans le gaz et le capteur 4 en contact avec l'hélium liquide, des différences de tension distinctes d'un facteur d'ordre 3. Dans le même sens, pour de l'hydrogène liquide, la variation de tension lorsque le capteur 4 est placé dans le gaz est inférieure d'un 15 facteur 20 par rapport à la différence de tension lorsque le capteur 4 est placé dans l'hydrogène liquide. Ainsi, pour chaque type de liquide 2, il est défini une variation de référence de tension correspondant au capteur 4 en position immergée par le liquide ou au capteur 4 en position non immergée ou baigné éventuellement par la phase 20 gazeuse du liquide. De telles variations de référence de tension dépendent des conditions de fonctionnement et sont déterminées une seule fois lors d'une phase de mise au point du dispositif de mesure 1. Ainsi, il est possible de changer le capteur résistif 4 par un autre capteur résistif de même type sans influencer les mesures effectuées.

Le procédé consiste ensuite à comparer par l'intermédiaire des moyens de 25 comparaison 12, la variation de la tension mesurée avec au moins une variation de référence de tension, en vue de déterminer le niveau du liquide. Le résultat de cette comparaison permet de déterminer si le niveau du liquide atteint ou non le capteur. Ainsi, si la variation de la tension mesurée est sensiblement égale à la variation de référence de tension correspondant au capteur 4 en position non immergée, il peut 30 être déduit que le niveau du liquide n'a pas atteint le capteur 4. Si la variation de la tension mesurée est sensiblement égale à la variation de référence de tension correspondant au capteur 4 en position immergée, il peut être déduit que le niveau du

liquide a atteint le capteur 4. Bien entendu, il peut être prévu de comparer la variation de la tension mesurée avec une valeur de seuil indiquant que le niveau du liquide n'est pas arrivé au niveau du capteur 4 tant que la valeur de la variation de tension mesurée n'a pas atteint cette valeur de seuil. Les moyens d'affichage 13 permettent d'indiquer le niveau du liquide c'est-à-dire si le niveau a atteint ou non celui du capteur 4.

De préférence, il est envisagé de recommencer successivement la phase de chauffage et la phase de mesure pour confirmer ou non les résultats obtenus. Aussi, il peut être prévu de comparer les résultats d'au moins deux phases de mesure successives afin d'apprécier l'évolution des résultats et de confirmer la position du niveau du liquide.

Le dispositif 1 selon l'invention présente l'avantage de s'affranchir des disparités des valeurs de résistance du capteur résistif 4 dans la mesure où le principe d'un tel dispositif prend en compte une variation de tension aux bornes du capteur et non une valeur de tension. De plus, le dispositif 1 selon l'invention présente une conception simple pouvant être facilement réalisée par l'homme du métier à l'aide de composants électroniques classiques.

Tel que cela ressort de la Fig. 3, il peut être prévu de monter en série, aux bornes du système de mesure 5, une pluralité de capteurs résistifs 4 disposés de manière superposée à l'intérieur du contenant 3 en vue de déterminer le niveau du liquide par une mesure pseudo-continue du niveau. Dans ce cas, la variation de la tension mesurée aux bornes de la série de capteurs 4 est comparée à des variations de référence de tension préalablement déterminées et correspondant à des niveaux de liquide pour chacun desquels un nombre différent de capteurs est immergé.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

**REVENDICATIONS :**

1 - Procédé pour déterminer le niveau d'un liquide froid (2) maintenu dans un contenant (3), caractérisé en ce qu'il consiste :

- à monter fixement à l'intérieur du contenant (2) au moins un capteur résistif (4),
- pendant une phase de chauffage, à alimenter le capteur résistif (4) afin d'assurer l'élévation de sa température,
- pendant une phase de mesure consécutive à la phase de chauffage, à mesurer la variation de la tension aux bornes du capteur résistif (4), due au refroidissement dudit capteur,
- et à comparer la variation de la tension mesurée avec au moins une variation de référence de tension en vue de déterminer le niveau du liquide.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à monter en série une pluralité de capteurs résistifs (4) disposés de manière superposée à l'intérieur du contenant (3) en vue de déterminer le niveau du liquide par une mesure pseudo-continue.

3 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à comparer la variation de la tension mesurée avec une variation de référence de tension correspondant à un capteur (4) en position immergée par le liquide ou non immergée, en vue de déterminer si le niveau de liquide atteint ou non le capteur.

4 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à répéter successivement la phase de chauffage et la phase de mesure, et à détecter si les résultats de la comparaison des variations de tension, d'une phase de mesure à l'autre, évolue ou non.

5 - Procédé, selon la revendication 1 ou 4, caractérisé en ce qu'il consiste, pendant la phase de mesure, à alimenter le capteur résistif (4) par un courant de mesure de valeur inférieure au courant de chauffage.

6 - Dispositif pour déterminer le niveau d'un liquide froid (2) maintenu dans un contenant (3), caractérisé en ce qu'il comporte :

- au moins un capteur résistif (4) destiné à être monté dans le contenant (3),

## • et un système de mesure (5) comportant :

- des moyens (7) d'alimentation du capteur (4) par un courant de chauffage assurant l'élévation de la température dudit capteur,
- des moyens (9) de mesure de la variation de la tension aux bornes du capteur, due au refroidissement dudit capteur,
- des moyens de contrôle (11) permettant de commander :
  - les moyens (7) pour alimenter le capteur par un courant de chauffage, pendant une phase de chauffage,
  - les moyens (9) pour mesurer la variation de tension, pendant une phase de mesure consécutive à la phase de chauffage,
- et des moyens de comparaison (12) permettant de comparer la variation de la tension mesurée avec au moins une variation de référence de tension en vue de déterminer le niveau du liquide.

7 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte une 15 pluralité de capteurs résistifs (4) montés en série.

8 - Dispositif selon la revendication 6, 7 caractérisé en ce que chaque capteur résistif (4) est constitué par une résistance de carbone aggloméré.

9 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de comparaison (12) comparent la variation de la tension mesurée avec au moins une 20 variation de référence de tension préalablement définie pour un capteur en position immergée ou non par le liquide.

10 - Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens de comparaison (12) sont reliés à des moyens d'indication (13) permettant d'indiquer le niveau du liquide.

25 11 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le système de mesure (5) comporte des moyens (8) d'alimentation du capteur (4) par un courant de mesure de valeur inférieure au courant de chauffage, au moins pendant la phase de mesure.

30 12 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de mesure (4) comporte des circuits (9<sub>1</sub>, 9<sub>2</sub>) permettant d'effectuer une mesure de tension à des instants différents, reliés en sortie à un circuit différentiateur (9<sub>3</sub>)

donnant la différence de tension aux bornes du capteur (4), entre les deux instants de mesure.

13 - Dispositif selon l'une des revendications 6 à 12, caractérisé en ce que le liquide est de l'hydrogène ou de l'hélium liquéfié.

1/2

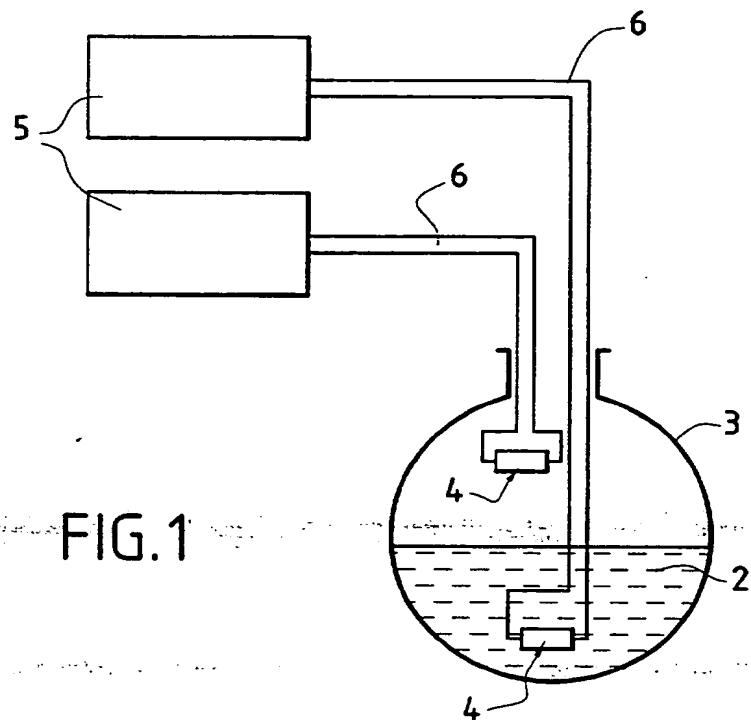


FIG. 1

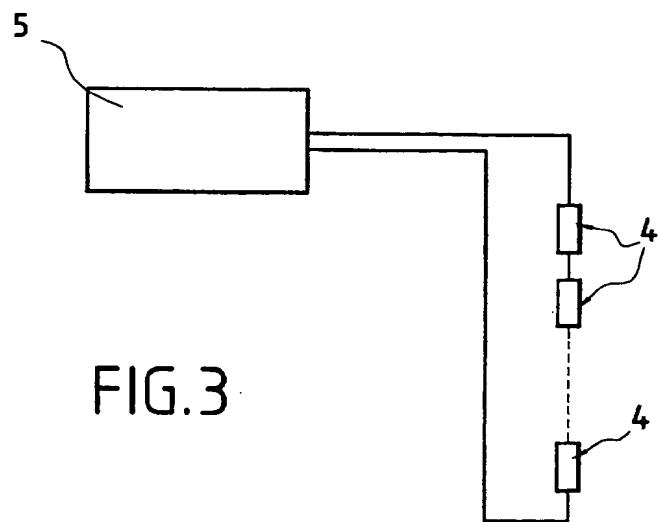


FIG. 3

2/2

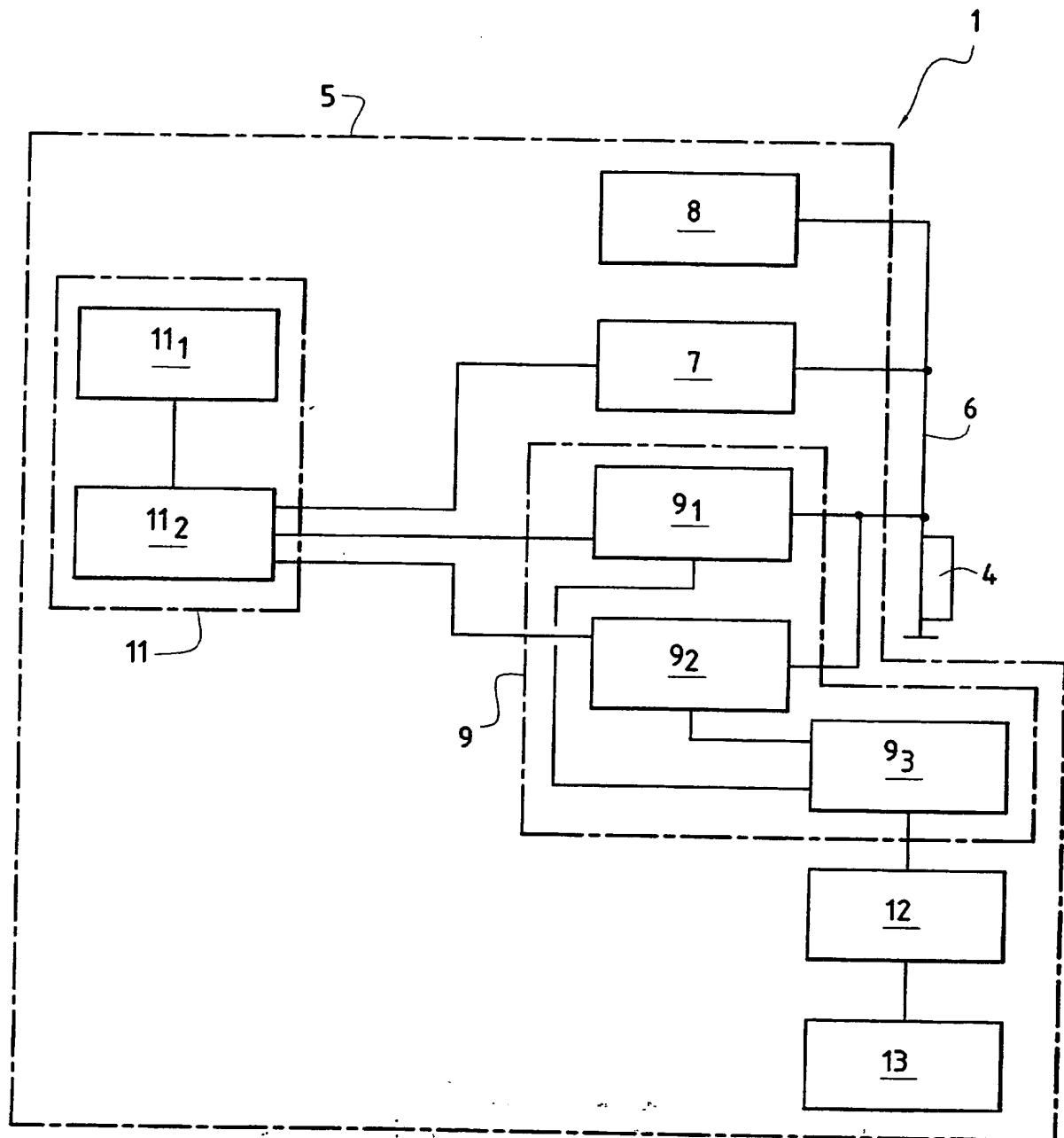


FIG.2

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes				
X	EP 0 452 141 A (DE BEERS IND DIAMOND) 16 octobre 1991 (1991-10-16) * colonne 3, ligne 1 - ligne 13 * * colonne 3, ligne 42 - colonne 4, ligne 14; figures 2,6 *	1,6	G01F23/22 F17C13/02		
Y	---	2,3,7,9			
Y	GB 2 120 482 A (JAEGER) 30 novembre 1983 (1983-11-30) * page 1, ligne 37 - ligne 44; figure 1 *	2,7			
Y	---				
Y	EP 0 164 559 A (MESSER GRIESHEIM GMBH) 18 décembre 1985 (1985-12-18) * page 3, ligne 13 - page 4, ligne 15; figures 1,2 *	3,9			
X	US 5 729 990 A (BASSE TAGE STENBERG ET AL) 24 mars 1998 (1998-03-24) * colonne 4, ligne 59 - colonne 5, ligne 46; figures 1-4 *	1,6			
X	---				
X	EP 0 210 509 A (SCHMIDT FEINTECHNIK GMBH) 4 février 1987 (1987-02-04) * page 4, ligne 19 - ligne 21 * * page 7, ligne 6 - page 8, ligne 20; figures 1,2 *	1,6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) G01F		
	-----				
1					
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur			
18 janvier 2001		Heinsius, R			
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS					
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire					
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant					

This Page Blank (uspto)

Page Blank (uspto)